

**Klinisch-experimentelle Untersuchungen
über die Wirksamkeit verschiedener
Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel**

von

Gerd Busse

aus

Castrop-Rauxel

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
(Vorstand: Prof. Dr. A. Kröncke)
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. Dr. G. Steinhardt)

Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Gerd Busse
aus
Castrop-Rauxel

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen - Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. H. Valentin
Referent: Priv.-Doz. Dr. H.-J. Gülzow
Korreferent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 28. 10. 1969

I. Einleitung und Problemstellung	1
II. Schrifttumsübersicht	3
A. Das Zähneputzen	3
a) Beschreibung der Zahnputzmethoden	3
b) Anwendung der Zahnputztechniken	6
c) Wirkung des Zähneputzens	6
B. Die Zahnbürste	7
a) Die Handzahnbürste	7
b) Die elektrische Zahnbürste	8
c) Vergleich zwischen elektrischer und Handzahnbürste	9
C. Die Zahnpasten	10
D. Zusätzliche Hilfsmittel zur Zahnreinigung	11
III. Material und Methodik	12
A. Probanden	12
B. Versuchsanordnung	12
C. Anfärbung und Beurteilung der Beläge	13
D. Zahnbürsten	15
E. Zahnpasta	15
IV. Ergebnisse	16
A. Statistische Auswertung der Ergebnisse	16
B. Versuchsergebnisse	17
a) Vergleich der Reinigungswirkung der ein- zelnen Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel	17
b) Vergleich des Reinigungseffektes im Ober- und Unterkiefer	19
c) Vergleich des Reinigungseffektes auf den rechten und linken Kieferhälften	21

d) Vergleich des Reinigungseffektes im Front- und Seitenzahnbereich	23
e) Vergleich des Reinigungseffektes an den palatinalen und bukkalen Flächen im Oberkiefer	25
f) Vergleich des Reinigungseffektes an den bukkalen und lingualen Flächen im Unterkiefer	27
g) Vergleich der Putzzeiten bei den einzelnen Methoden	29
V. Diskussion	31
A. Beurteilung der Fehlermöglichkeiten	31
B. Diskussion der Ergebnisse	32
VI. Zusammenfassung	36
VII. Schrifttum	37

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Zahnkaries ist heute die meist verbreitete Erkrankung. In zivilisierten Ländern sind bis zu 98 % der Bevölkerung von ihr befallen. Dennoch wird sie von den Patienten wenig beachtet und hinsichtlich ihrer u. U. schwerwiegenden Folgen oft verkannt. Die Krankheit ist für den Betroffenen anfänglich recht schwer zu bemerken, da erste subjektive Symptome, Schmerzen, häufig erst spät auftreten.

Die Frage nach der Ätiologie der Zahnkaries kann heute noch nicht eindeutig beantwortet werden. Es steht fest, dass es sich um ein multikausales Geschehen handelt. Zahlreiche konditionale, d. h. kariesbegünstigende Faktoren sind bekannt. Zu ihnen gehören u. a. die Beschaffenheit der Zahnhartsubstanzen, die Zahnstellung, die Mundhygiene, die Art und Zusammensetzung der Speisen, Essensgewohnheiten u. a. m.

Einige dieser konditionalen Faktoren begünstigen die Bildung von Plaques, denen zentrale Bedeutung bei der Kariesentstehung zukommt. Diese Zahnauflagerungen bestehen nach GREENE und VERMILLION (1960) aus einer weichen, dicht verfilzten Schicht, die zäh auf der Oberfläche des Zahnes haftet. In den Plaques sind unzählige Mikroorganismen enthalten, die vergärbare Kohlenhydrate der Nahrung enzymatisch abbauen. Dabei entstehen saure Intermediärstoffwechselprodukte. Säuren und Bakterien sind nach MILLER (1892) Voraussetzung für die Entstehung einer Karies.

Aufgabe der Kariesprophylaxe ist es, kariogene Kohlenhydrate von den Plaques fernzuhalten bzw. zu entfernen oder aber die Resistenz des Schmelzes gegenüber sauren Noxen zu erhöhen. GUSTAFSSON und Mitarbeiter (1954) konnten bei ihren Untersuchungen in Vipeholm

nachweisen, wie die Karies auf der einen und die Art der Speisen sowie der Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme auf der anderen Seite zusammenhängen. Besonders durch "klebrige Zwischenmahlzeiten" (Toffees) konnten sie einen grossen Karieszuwachs erzielen. GÜLZOW (1965) veröffentlichte Untersuchungen, nach denen Morbidität, Ausmass und Intensität marginaler Entzündungen und auch die Kariesfrequenz mit schlechter Mundhygiene ansteigen.

Um die Zuwachsrate der Zahnkaries möglichst klein zu halten, könnten daher folgende Massnahmen durchgeführt werden:

- 1) Die Resistenz des Schmelzes gegenüber Säuren kann erhöht werden, indem Fluor appliziert wird.
- 2) Die Nahrung des Menschen sollte keine kariogenen Kohlenhydrate enthalten. Dies ist jedoch nicht zu erreichen. Es ist undenkbar, statt der bequemen und verfeinerten Zivilisationskost wieder ursprüngliche und grobe Kostformen einzuführen.
- 3) Die Zähne müssen öfter und besser geputzt werden. Darunter ist zu verstehen, dass man sie nach jeder Mahlzeit reinigen und sich dabei optimaler Hilfsmittel und Methoden bedienen sollte.

Gegenstand dieser Arbeit soll es sein, die Wirksamkeit verschiedener Zahnbürsten und Zahnpasten in Verbindung mit unterschiedlichen Zahnputzmethoden zu untersuchen.

II. SCHRIFTTUMSÜBERSICHT

Über das Zähneputzen und über die dazu gebräuchlichen Hilfsmittel ist viel geschrieben worden. Alle Untersuchungen hier wiederzugeben, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Deshalb sind nachfolgend nur einige wesentliche Veröffentlichungen angeführt.

A. Das Zähneputzen

a) Beschreibung der Zahnputzmethoden

Es ist am einfachsten aber auch am unwirksamsten, die Zähne nach der horizontalen Methode zu putzen. Die Zahnbürste scheuert an den bukkalen und lingualen bzw. palatinalen Flächen der Zähne. Die Beläge werden von den Glattoflächen entfernt und in die Approximalräume gedrängt. Dort bleiben sie liegen, denn sie können von den Borsten der Zahnbürste bei der horizontalen Putzmethode dort nicht erfasst werden. Besonders bei starkem Putzen mit einer harten Zahnbürste ist bei dieser Technik zu befürchten, dass u. U. keilförmige Defekte entstehen.

Bei der vertikalen Putztechnik wird die Zahnbürste vom Zahnfleischrand zur Zahnkrone hin bewegt. Diese Methode, die auch Rot-Weiss-Methode genannt wird, wurde u. a. von LEONHARD (1949) beschrieben. Die Zähne stehen dabei in Abbisstellung. Die Borstenenden der Zahnbürste werden auf die bukkalen Flächen der Zähne gesetzt und auf und ab bewegt. Die Borstenenden müssen unter Druck in die Approximalräume gezwungen werden, um auch hier die Beläge zu entfernen.

Die vertikale Bewegungsrichtung wird bei der Rollmethode beibehalten, nur wird die Zahnbürste anders angesetzt. Die Längsseiten der Borsten liegen an den bukkalen Flächen der Zähne, und die Borstenenden befinden sich in Höhe des Zahnfleischrandes. Nun wird die Zahnbürste gedreht, wobei der Bürstenstiel die Drehachse bildet. Die Borsten werden zunächst in die Ap-proximalräume und an den Zahnfleischrand gepresst. Wenn die Drehung fortgesetzt wird, dann reinigen die Borstenenden die Glattflächen der Zähne (BELL 1948).

Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Methoden sind die Vibrationsmethoden technisch sehr schwierig. Nach CHARTERS (1928) werden die Borsten der Bürste so angesetzt, dass sie mit der Zahnachse einen Winkel von 45° bilden. Die Borstenenden berühren dabei die Zahnflächen und zeigen nach incisal. Dann werden die Borstenspitzen unter leichtem Druck in die Zahnzwischenräume geführt, ohne dabei jedoch die Gingiva zu berühren. Nun werden leicht kreisende oder vibrierende Bewegungen ausgeführt. Die Längsseiten der Borsten üben dabei eine Druckmassage auf die Gingiva aus. Nach zwei bis vier kleinen Kreisbewegungen wird die Zahnbürste abgesetzt und an gleicher Stelle genauso wie vorher wieder angesetzt. Hat man das drei- bis viermal wiederholt, geht man zum nächsten Zahnabschnitt über.

Ebenfalls eine Vibrationsmethode ist die von STILLMANN (1932) beschriebene Technik. Die Zahnbürste wird parallel zu den Zahnkronen flach auf die Zähne und die Gingiva gelegt. Die Borstenenden ragen ungefähr zwei Millimeter über den Zahnfleischrand. Nun wird die Zahnbürste um 45° zu den Zahnachsen gedreht. Dadurch werden die Borsten auf den Zahnfleischrand gedrückt, und die Gingiva wird anämisch. Bei der nun folgenden Seitwärtsbewegung der Zahnbürste werden die Borsten gebogen, ohne aber ihre

ursprüngliche Position aufzugeben. Zum Schluss wird die Bürste in Richtung Kaufläche bzw. Schneidekante gezogen. Dadurch wird der Druck auf die Gingiva beendet, und es setzt eine reaktive Hyperämie ein.

Der Vorteil der Methoden nach CHARTERS (1928) und STILLMANN (1932) liegt darin, dass nicht nur die Zähne gereinigt werden, sondern gleichzeitig auch die Gingiva massiert wird. Diese technisch schwierigen Methoden sind deshalb besonders bei parodontalkranken Patienten zu empfehlen.

Eine andere vertikale Zahnputztechnik ist die Rotationsmethode nach FONES (1934). Die Borstenenden werden dabei im rechten Winkel auf die Bukkalflächen der Zähne aufgesetzt. Nun folgen weite, kreisende Bewegungen. Die palatinalen und lingualen Gebiete werden bei geöffnetem Mund mit Kreisbewegungen gleichermaßen geschauert. Die Gefahr dieser Methode besteht darin, dass aus den kreisenden Bewegungen leicht elliptische und schliesslich horizontale Bewegungen werden können.

SMITH (1940) empfiehlt ebenfalls eine vertikale Putztechnik. Sie wird die physiologische Methode genannt, da die Zahnbürste, genau wie die Nahrung, von den okklusalen Zahnflächen zur Gingiva hin bewegt wird.

Eine spezielle Putzsystematik hat HIRSCHFELD (1945) beschrieben. Zunächst wird mit den Borstenenden sechs- bis siebenmal auf die okklusalen Flächen der Molaren geklopft. Dadurch sollen die Speisereste gelockert und in die Approximalräume gebracht werden. Nun werden die bukkalen und lingualen bzw. palatinalen Flächen der Zähne durch kleine rotierende Bewegungen gereinigt.

b) Anwendung der Zahnputztechniken

Wie wenig aber die Putzmethoden bei der häuslichen Zahnreinigung von den Patienten angewendet werden, zeigen folgende Untersuchungen. ROBINSON (1946) beobachtete hinter einem einseitig durchsichtigen Spiegel 405 Personen und kam dabei zu dem Ergebnis, dass 37 % der unfreiwilligen Probanden die Rotationsmethode zum Zähneputzen wählten, 24 % putzten vertikal und 36 % wechselweise horizontal und vertikal. Die durchschnittliche Putzdauer lag bei 67 sec. UHM und SONNABEND (1967) befragten 421 Patienten nach ihren Putzgewohnheiten. Dabei fanden sie, dass sich 42 % die Zähne waagerecht, 19 % kombiniert waagerecht und senkrecht, 16 % kreisend, 14 % nur senkrecht und 8 % wechselweise waagerecht, senkrecht oder kreisend putzten.

Wenn es auch schon bedauerlich ist, dass sich so wenig Patienten die Zähne nach Putztechniken reinigen, die sowohl für die Reinigung als auch für die Zahnfleischmassage effektiv sind, so sind die Befragungsergebnisse von WANNENMACHER (1965) noch bestürzender. Demnach bleiben 45 % der Bevölkerung in einem Teil der Bundesrepublik Deutschland, im Grossraum Münster, ohne Zahnpflege. 37 % putzen sich einmal täglich und nur 11 % zweimal täglich die Zähne. 7 % betreiben sehr unregelmässig, d. h. ein- bis zweimal wöchentlich, Zahnpflege.

c) Wirkung des Zähneputzens

Es gibt Untersuchungen, die den Effekt der Zahnreinigung beschreiben. So konnte STRÄLFORS (1962) nachweisen, dass Zähneputzen mit Zahnpasten kariesreduzierend wirkt. Dabei war es gleichgültig, ob die Pasten Schleifmittel enthielten oder nicht. FOSDICK (1950) liess eine Versuchsgruppe nach dem Essen und auch nach Zwischenmahlzeiten regelmässig die Zähne putzen. Der Karieszuwachs lag

bei dieser Gruppe um 64 % unter dem einer Vergleichsgruppe. BERTZBACH (1961) führte ähnliche Untersuchungen durch, bei denen die Beläge kontrolliert wurden. Er teilte 151 Studenten in drei Gruppen auf und liess eine Gruppe die Zähne wie gewohnt putzen. Die zweite Probandengruppe putzte nach der Charters-Methode und die dritte nach der Rolltechnik. Bei Ende der Versuche war bei allen Gruppen das Ausmass der Beläge annähernd gleich gross. Verglichen mit den Verschmutzungen der Zähne vor Versuchsbeginn waren jedoch deutliche Unterschiede zu verzeichnen. Ähnliche Versuche wurden auch mit Kindern durchgeführt. KOCH und LINDHE (1965) liessen 78 Kinder unter Anleitung Zähne putzen und kamen dabei zu dem Ergebnis, dass die Plaqueshäufigkeit durch bewusste Zahnreinigung signifikant gebessert werden kann,

8. Die Zahnbürste

a) Die Handzahnbürste

Die Frage, ob man eine Zahnbürste mit einem kleinen oder grossen Bürstenkopf nehmen soll, ist eindeutig zu Gunsten der Kurzkopfzahnbürste entschieden worden (BASS 1950, DREYFUSS 1955, SAUERWEIN 1962, BARNARIUS und Mitarbeiter 1967, RIETHE 1968). Bei der herkömmlichen Zahnbürste wird immer nur ein Teil der Borstenfläche zum Putzen herangezogen, während bei einer Kurzkopf-Zahnbürste das gesamte Borstenfeld zur Zahnreinigung gebraucht wird (KÖTZSCHKE und GRIMMANN 1963).

Aus mehreren Gründen werden heute allgemein Kunststoffborsten für eine Zahnbürste gefordert:

- 1) Die Spitzen können gleichmässig abgerundet werden. Dadurch wird die Gefahr, das Zahnfleisch zu verletzen, geringer (WANNENMACHER 1956, KÖTZSCHKE und GRIMMANN 1963, ARNOLD 1968, RIETHE 1968).

- 2) Kunststoffborsten sind nicht so stark hygroskopisch wie Naturborsten und verhalten sich indifferent gegenüber Zahnpasten und Mundwässern (LEIMGRUBER 1951, KÖTZSCHKE und GRIMMANN 1963). Naturborsten nehmen 39 % Wasser auf, Kunststoffborsten hingegen nur 13 % (BEYELER und MOOSER 1960).
- 3) Abrasionen von Zahnschmelz und Füllungsmaterial sind unwesentlich (HUFMANN 1958). Sie sind meistens durch Abrasiva der Zahnpasten bedingt.
- 4) Nach WANNENMACHER (1956) sind die Keimgehalte in Naturborsten drei- bis sechzigmal grösser als in Kunststoffborsten.

Die optimale Länge der Borsten wird zwischen 10,3 mm (BASS 1950) und 11,0 mm angegeben (LEIMGRUBER 1951, SAUERWEIN 1962). Auch die Form des Handgriffes soll optimal sein. Die Zahnbürste sollte einen Kontrawinkel haben. Durch diesen liegen das Borstenfeld und der Griff der Zahnbürste auf einer Ebene (SAUERWEIN 1962 und RIETHE 1968).

Eine Zahnbürste muss auch vom Standpunkt des Hygienikers aus betrachtet werden. Wird die Bürste nach Gebrauch gründlich gespült und dann zehn Stunden trocken gelagert, so entspricht sie den hygienischen Anforderungen. Auf ihr konnten nach TONN (1954) Anaerobier nicht mehr nachgewiesen werden. BEYELER und MOOSER (1960) untersuchten Zahnbürsten mit Natur- und Kunststoffborsten auf ihre Keimgehalte. Sie stellten nur geringe Unterschiede fest. Zwölf Stunden nach Gebrauch entdeckte MELVILLE (1961) auf einer Zahnbürste nicht mehr Bakterien, als durchschnittlich in 0,002 ml Speichel enthalten sind.

b) Die elektrische Zahnbürste

Die elektrische Zahnbürste ist eine Kurzkopf-Zahnbürste mit auswechselbarem Kopf und synthetischen Borsten. Die Zähne wer-

den nach RIETHE (1968) mit einer elektrischen Zahnbürste bei gleichem Zeitbedarf besser gereinigt. Der Gebrauch der automatischen Bürste soll einfacher sein und keine besondere Unterweisung erfordern. Die Bürsten mit vertikal schwingendem Kopf sind anderen Konstruktionen vorzuziehen.

c) Vergleich zwischen elektrischer und Handzahnbürste

Seit der Entwicklung der elektrischen Zahnbürste hat es viele Vergleiche darüber gegeben, ob die konventionelle oder die elektrische Zahnbürste besser reinigt. QUIGLEY und HEIN (1962) sowie GÜLDOW und SEEGER (1965) kommen zu dem Ergebnis, dass die elektrisch betriebene Zahnbürste der Handzahnbürste hinsichtlich des Reinigungseffektes nicht überlegen ist. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass man eine Kurzkopf-Zahnbürste gebraucht. DABLESTEEN (1965) zieht ebenfalls die Handzahnbürste vor. Nur wenn der Patient nicht willens oder in der Lage ist, eine konventionelle Zahnbürste genügend sorgfältig anzuwenden, dann verbessert die elektrisch betriebene Zahnbürste die Mundhygiene. Da die manuellen Fähigkeiten von Kindern noch nicht so ausgeprägt sind, wie die der Erwachsenen, kommen LEFKOWITZ und RUBINSON (1962) bei ihren Kinderversuchen verständlicherweise zu einem anderen Ergebnis. Sie konnten nachweisen, dass die Zähne durch eine elektrische Zahnbürste signifikant besser von Plaques und Speiseresten gereinigt werden als mit einer Handzahnbürste. Nach RIETHE (1961) ist die elektrische Zahnbürste, deren Borsten sich vertikal bewegen, allen anderen Zahnbürsten, auch den konventionellen, überlegen. Es kommt hinzu, dass sie die niedrigste Anforderung an die Geschicklichkeit des Patienten stellt (RIETHE 1965).

C. Die Zahnpasten

Die Ansprüche, die an eine Zahnpasta gestellt werden, sind mannigfaltig. Hier sollen nur einige wesentliche Forderungen wiedergegeben werden (KLIWE 1937, PLATHNER 1958, EICHNER 1960):

- 1) Sie muss die Beläge beseitigen.
- 2) Sie soll verhindern, dass sich Zahnstein bildet.
- 3) Sie soll die Gärung hemmen.
- 4) Sie soll für Gingiva und Zahn unschädlich sein.
- 5) Sie darf die physiologische Mundflora nicht beeinflussen.
- 6) Ihre Bestandteile sollen löslich sein.
- 7) Sie muss frei von Bakterien und möglichst bakterizid sein.

Die heutigen Zahnpasten bestehen in der Regel aus drei Gruppen von Stoffen. Dazu gehören erstens Aromastoffe, die meist verschiedene ätherische Öle und deren Gemische sind, zweitens Binde- und Verdickungsmittel zur Aufschwemmung, wozu meist Stärke, Tragenth und Alginate gebraucht werden. Drittens sind in den Zahnpasten Schleif- und Poliermittel enthalten. Man nimmt dazu meistens Calcium-Carbonat (Schlammkreide), Di- und Tricalcium-Phosphat, Natriummetaphosphat und andere lösliche Metaphosphate, Calcium-Sulfat, Talkum, Kaolin u. a. m. (RIETHE 1968).

Darüber, ob die Zahnpasten beim Zähneputzen wirklich als Hilfsmittel dienen, herrschen verschiedene Ansichten. Während HIRSCHFELD (1945) ihnen eine unterstützende Wirkung zuspricht, sieht EGGERSLURA (1954) in ihnen nur einen Anreiz zum Zähneputzen. Nach seiner Meinung liegt auch eine Gefahr darin, dass die unlöslichen Bestandteile der Pasten in die Zahnfleischtaschen gelangen, dort liegen bleiben und so einen chronischen Reiz auf das Parodontium ausüben.

Umstritten ist auf die Frage, ob die Zahnpasten, die zur Reinigung des Gebisses notwendige Zeit vermindern. Während GÜLZOW (1966) dies bestätigt, wird es von BARNARIUS und Mitarbeitern (1967) bestritten.

D. Zusätzliche Hilfsmittel zur Zahnreinigung

Obwohl die Zahnbürste heute recht weit vervollkommen ist, kann man mit ihr, auch bei sorgfältiger Anwendung, nicht immer alle Teile einer Zahnkrone säubern. Dies liegt nicht nur an der Unzulänglichkeit der Bürste, sondern auch an den individuellen Mundverhältnissen, wie z. B. Engstand, Schachtelstellung, Kippungen, Zahnfleischschwund u. a. m. Es sollen hier einige Hilfsmittel aufgezeigt werden, die noch zusätzlich zur Zahnbürste gebraucht werden können (GERKE und KLEMMT 1952, BOSSY 1960, RIETHE 1968).

- 1) Spezialzahnbürsten mit einem zugespitzten Bürstenbüschel zur Reinigung der Interdentalräume.
- 2) Interdentalstimulatoren, mit denen man bei retrahierten Papillen den Detritus lockern und entfernen kann.
- 3) Gummikelche, um den Zahnhals reinigen und das Zahnfleisch massieren zu können.
- 4) Zahnseide und Zahnstocher, mit denen man Speisereste interdental entfernen kann.
- 5) Kaugummi, welches die Speisereste in die Retentionsstellen einpresst, dort mit ihnen verkleben soll und sie beim Abziehen von dort entfernt.
- 6) Mundspülungen sollen die frisch angesetzten Speisereste entfernen. Die länger liegenden Beläge können damit nicht abgespült werden.

III. MATERIAL UND METHODIK

A. Probanden

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an 20 Zahnmedizin-Studenten vorgenommen, von denen 18 Rechts- und 2 Linkshänder waren. Das durchschnittliche Lebensalter betrug 23 Jahre. Alle untersuchten Zahnputztechniken wurden erklärt und vorgeübt. Die Versuchspersonen waren angewiesen, sich am Morgen des Tages, an dem die Versuche durchgeführt wurden, die Zähne nicht zu putzen. Die Probanden wurden jeweils morgens in Abständen von zwei bis drei Tagen zu den Versuchen bestellt.

B. Versuchsanordnung

Insgesamt wurden sechs Versuchsreihen mit jeweils 20 Probanden durchgeführt. Es wurde geputzt

- 1) nach der Rot-Weiss-Methode mit einer Kurzkopf-Zahnbürste⁺⁾ und mit Zahnpasta⁺⁾ ,
- 2) nach der Charters-Methode mit einer Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta,
- 3) kreisend mit einer Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta,
- 4) kreisend mit einer Kurzkopf-Zahnbürste ohne Zahnpasta,
- 5) kreisend mit einer herkömmlichen Zahnbürste⁺⁺⁾ und mit Zahnpasta,
- 6) horizontal mit einer Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta.

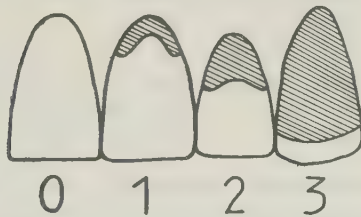
⁺⁾ Bei den in der vorliegenden Arbeit verwendeten Kurzkopf-Zahnbürsten und Zahnpasten handelt es sich um ARONAL-Bürsten und ARONAL-Pasten der Firma WYBERT GmbH, Lörrach, der wir für die grosszügige Überlassung ihrer Erzeugnisse sehr zu Dank verpflichtet sind.

⁺⁺⁾ Bei der oben erwähnten herkömmlichen Zahnbürste handelt es sich um eine normale, im Handel erhältliche Bürste.

C. Anfärbung und Beurteilung der Beläge

Die Probanden färbten die Beläge so an, wie es u. a. von BARNARIUS und Mitarbeitern (1967) angegeben worden ist. 12 g basisches Fuchsin wurden in 100 ml 4%igem Äthylalkohol gelöst. 10 Tropfen davon kamen auf einen Becher Wasser, mit dem die Probanden 30 sec spülen mussten. Der Anfärbungsgrad wurde mit dem Mundhygieneindex nach GREENE und VERMILLION (1960) wiedergegeben, nach dem vier Verschmutzungsgrade unterschieden werden (Abb. 1).

Abb. 1 Mundhygieneindex nach GREENE und VERMILLION (1960)



- 0 = keine Beläge
- 1 = weniger als ein Drittel der Krone mit Belägen bedeckt
- 2 = weniger als zwei Drittel der Krone mit Belägen bedeckt
- 3 = mehr als zwei Drittel der Krone mit Belägen bedeckt

Um subjektive Fehler möglichst zu vermeiden, registrierte jeweils der gleiche Untersucher das Ausmass der angefärbten Beläge. Die Ergebnisse wurden auf Erhebungsbögen festgehalten (Abb. 2).

Abb. 2 Erhebungsbogen zur Aufzeichnung von Zahnbelägen

Name: G. Mair

Datum: 20.5.69

Zeit: 7,45

Meth: Charters

Kontrolle nach 3 Min.

Bem: Gingiva gerötet

Zahnstellung: keine Besonderheiten

b	3	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3
o	2	1	1	1	0							0	0	1	1	2
p	3	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2
l	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2
o	3	2	2	2	1							1	1	1	2	2
b	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3

b = bukkal, o = okklusal, p = palatinal, l = lingual

Die Anfärbung der Beläge wurde regelmässig vor Beginn des Putzens und nach drei Minuten Putzdauer registriert. Nun wurden die Probanden darauf hingewiesen, welche Stellen noch angefärbt waren, und wo sie besonders intensiv zu putzen hatten. Die weiteren Kontrollen waren nicht mehr einheitlich, denn die nun noch angefärbten Stellen wurden unterschiedlich schnell gereinigt. So konnte erst wieder die Zeit ermittelt werden, die benötigt wurde, um die Beläge vollständig zu entfernen.

D. Zahnbürsten

Bei den Untersuchungen wurden zwei verschiedene Zahnbürsten angewendet.

- 1) Eine Zahnbürste mit Borlonborsten des Härtegrades mittel.
Die Putzkopflänge betrug 27 mm, die Breite 10,5 mm. Ein Borstenbüschel enthielt im Durchschnitt 28 Borsten mit einem Durchmesser von jeweils 0,25 mm. Die Putzfläche wurde durch 34 Borstenbüschel gebildet.
- 2) Eine Zahnbürste mit Kunststoffborsten des Härtegrades mittel.
Die Putzkopflänge betrug 37,5 mm, die Breite 10,0 mm. Ein Borstenbüschel enthielt im Durchschnitt 28 Borsten mit einem Durchmesser von jeweils 0,25 mm. Die Putzfläche wurde durch 43 Borstenbüschel gebildet.

E. Zahnpasta

Für alle Untersuchungen wurde die gleiche Zahnpasta verwendet. Sie enthält neben Detergenzien und Geschmacksstoffen folgende Schleifkörper:

Calcium-Carbonicum, gefällt	29,3 %
Aluminium-Silikat (Kaolin)	10,0 %
Titan-Dioxyd	1,5 %

Zu Beginn des Putzens und nach jeder Kontrolle wurden 1,5 cm Zahnpasta auf die Zahnbürste gegeben.

IV. ERGEBNISSE

A. Statistische Auswertung der Ergebnisse⁺⁾

In den Tabellen sind stets die Mittelwerte einer Versuchsreihe angegeben, die sich folgendermassen errechnen:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Dabei bedeutet $\sum x_i$ die Summe der registrierten Einzelwerte und N die Anzahl der Probanden einer Versuchsgruppe.

Ausserdem sind die 99 %-Vertrauensgrenzen der Mittelwerte (VG) angegeben. Sie bezeichnen den Bereich, in dem bei unendlich vielen weiteren gleichartigen Untersuchungen 99 % aller Mittelwerte liegen würden. Die Vertrauensgrenzen sind nach der Formel

$$VG = k \cdot s$$

zu berechnen. k ist ein festgelegter Faktor, der von der Anzahl der Einzelwerte abhängig ist, und der einer Tabelle entnommen werden kann. s, die Standardabweichung der Mittelwerte, wurde nach der üblichen Methode ermittelt:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Die Summe der Quadrate aller Differenzen zwischen Einzelwerten und Mittelwerten ist am genauesten nach folgender Formel zu errechnen:

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$

⁺⁾ Anmerkung:

Wir verweisen für weiterreichende Einzelheiten der statistischen Auswertung auf "Planen und Auswerten von Versuchen" von LINDER (1959), auf die entsprechenden Tabellen in den "DOCUMENTA GEIGY" (1960) und auf den "Grundriss der biologischen Statistik" von WEBER (1961).

wobei $\sum x_i^2$ die Summe der quadrierten Einzelwerte und $(\sum x_i)^2$ das Quadrat der summierten Einzelwerte ist.

Signifikanzen werden mit dem t-Test geprüft. Will man die Ergebnisse zweier vergleichbarer Versuchsreihen zueinander in Beziehung setzen, so gilt für die Errechnung von t folgende Formel:

$$t = \frac{\bar{x}' - \bar{x}''}{\sqrt{\frac{\sum (x_i' - \bar{x}')^2 + \sum (x_i'' - \bar{x}'')^2}{N' + N'' - 2}}} \cdot \sqrt{\frac{N' \cdot N''}{N' + N''}}$$

Anhand des t-Wertes lässt sich aus einer Tabelle die Signifikanzschranke p ablesen.

B. Versuchsergebnisse

- a) Vergleich der Reinigungswirkung der einzelnen Zahnputzmethode und Zahnputzmittel

Das Ausmass der Zahnbeläge wurde bei allen Versuchen vor Beginn des Putzens und nach drei Minuten festgestellt. Summiert man die zu der jeweiligen Kontrolle gehörigen Werte, und dividiert man durch die Anzahl aller Zahnflächen, so erhält man die durchschnittliche Anfärbung des Gebisses. Sie betrug vor Beginn des Putzens 6,3. Die Zahl besagt, dass ungefähr 80 % aller Zahnflächen verschmutzt waren (Tab. 1). Der maximal zu erreichende Wert ist 7,7. Dabei sind alle Zahnflächen nach dem Grad 3 des Mundhygieneindex verschmutzt.

Die durchschnittliche Verschmutzung nach drei Minuten Putzzeit wurde ebenfalls errechnet. Dieser Wert belief sich auf 0,71, d. h., dass nach dreiminütigem Zähneputzen im Durchschnitt immer noch ca. 25 % aller Beläge vorhanden waren (Tab. 1).

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde ermittelt, welchen Reinigungseffekt das Zähneputzen hatte. Dazu wurden die Werte der einzelnen Versuchsreihen in der Tabelle 1 miteinander verglichen.

Tab. 1 Verschmutzungsgrad vor Beginn des Zähneputzens und Reinigungseffekt verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel nach dreiminütigem Putzen

Methode	N	Kontrolle	$\bar{x}$	VG	t
<u>Rot-Weiss</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta	20	vor Beginn	6,28	$\pm 0,33$	19,6
		nach 3 min	2,26	$\pm 0,59$	
<u>Charters</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,25	$\pm 0,46$	18,3
		nach 3 min	2,48	$\pm 0,39$	
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,05	$\pm 0,43$	22,7
		nach 3 min	1,45	$\pm 0,37$	
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste ohne Zahnpasta		vor Beginn	6,44	$\pm 0,71$	24,6
		nach 3 min	2,66	$\pm 0,74$	
<u>Kreisend</u> mit herkömmlicher Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,36	$\pm 0,45$	18,6
		nach 3 min	1,86	$\pm 0,52$	
<u>horizontal</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,34	$\pm 0,36$	20,2
		nach 3 min	2,23	$\pm 0,43$	

N = Anzahl Probanden, $\bar{x}$ = Mittelwerte, VG = 99 %-Vertrauensgrenzen für die Mittelwerte, t = Werte des t-Testes ($p \leq 0,001$)

Die Differenzen der entsprechenden Werte wurden mit dem t-Test geprüft und erwiesen sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1 % als statistisch signifikant (Tab. 1). Nach dreiminütigem Putzen waren noch zwischen 20 % und 40 % der ursprünglichen Beläge vorhanden.

b) Vergleich des Reinigungseffektes im Ober- und Unterkiefer

Die mittlere Verschmutzung des Oberkiefers ist mit der des Unterkiefers verglichen worden, um festzustellen, ob beide Kiefer gleich schnell gereinigt werden. In Tabelle 2 ist das Ausmass der Beläge vor Beginn des Putzens und nach drei Minuten aufgezeichnet.

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Differenzen der Mittelwerte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von mehr als 5 % statistisch nicht signifikant sind. Die Zähne im Ober- und Unterkiefer sind zu allen Kontrollzeiten ungefähr gleich stark verschmutzt. Dieser Vergleich zeigt, dass beim Zähneputzen kein Kiefer dem anderen gegenüber besser oder schneller gereinigt wird.

Tab. 2 Ausmass der Beläge im Ober- und Unterkiefer
vor Beginn des Putzens und Reinigungseffekt
nach drei Minuten

			Oberkiefer		Unterkiefer		
Methode	N	Kontrolle	$\bar{x}$	VG	$\bar{x}$	VG	t
<u>Rot-Weiss</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta	20	vor Beginn	6,25	+ <u>0</u> ,67	6,53	+ <u>0</u> ,50	0,943
		nach 3 min	2,18	+ <u>0</u> ,56	2,41	+ <u>0</u> ,64	0,735
<u>Charters</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,15	+ <u>0</u> ,60	6,39	+ <u>0</u> ,50	1,31
		nach 3 min	2,37	+ <u>0</u> ,39	2,66	+ <u>0</u> ,44	1,37
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	5,73	+ <u>1</u> ,01	6,06	+ <u>0</u> ,46	0,856
		nach 3 min	1,29	+ <u>0</u> ,30	1,65	+ <u>0</u> ,41	1,99
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste ohne Zahnpasta		vor Beginn	6,48	+ <u>0</u> ,85	6,59	+ <u>0</u> ,61	0,947
		nach 3 min	2,68	+ <u>0</u> ,67	2,66	+ <u>0</u> ,66	0,06
<u>Kreisend</u> herkömmliche Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,33	+ <u>0</u> ,51	6,46	+ <u>0</u> ,52	0,508
		nach 3 min	1,97	+ <u>0</u> ,55	1,97	+ <u>0</u> ,49	0,00
<u>horizontal</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	6,42	+ <u>0</u> ,46	6,41	+ <u>0</u> ,38	0,04
		nach 3 min	2,31	+ <u>0</u> ,52	2,28	+ <u>0</u> ,41	0,13

N = Anzahl Probanden, $\bar{x}$ = Mittelwerte, VG = 99 %-Vertrauensgrenzen
für die Mittelwerte, t = Werte des t-Testes ($p \geq 0,05$)

c) Vergleich des Reinigungseffektes auf den rechten und linken Kieferhälften

Die rechten und linken Kieferhälften wurden darauf untersucht, ob eine Seite gegenüber der anderen besser gereinigt wird. Die beiden Linkshänder unter den Probanden fanden dabei keine Berücksichtigung. Die Ergebnisse sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Aus der Tabelle wird deutlich, dass man die Befunde der rechten und linken Kieferhälften miteinander vergleichen kann. Die Differenzen der mittleren Verschmutzungen sind zu Beginn des Putzens statistisch nicht signifikant. Nach dreiminütigem Putzen ergeben sich unterschiedliche Resultate. Bei der Charters-Methode, beim Kreisen ohne Zahnpasta und beim horizontalen Putzen sind die Differenzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 % signifikant. Die Unterschiede bei der Rot-Weiss-Methode, beim Kreisen mit der Kurzkopf-Zahnbürste und beim Kreisen mit einer herkömmlichen Zahnbürste sind statistisch nicht signifikant.

Tab. 3 Ausmass der Beläge auf den rechten und linken Kieferhälften vor Beginn des Putzens und Reinigungseffekt nach dreiminütigem Putzen

			rechte Seite		linke Seite		
Methode	N	Kontrolle	$\bar{x}$	VG	$\bar{x}$	VG	t
<u>Rot-Weiss-</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta	20	vor Beginn	7,46	$^{+0,63}$	7,61	$^{+0,64}$	0,475
		nach 3 min	3,35	$^{+0,70}$	3,09	$^{+0,71}$	0,968
Charters Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	7,60	$^{+0,53}$	7,62	$^{+0,52}$	0,076
		nach 3 min	4,41	$^{+0,48}$	3,20	$^{+0,48}$	5,07 ⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf-Zahn- bürste + Zahnpasta		vor Beginn	7,42	$^{+0,57}$	7,36	$^{+0,27}$	0,269
		nach 3 min	2,25	$^{+0,36}$	2,01	$^{+0,45}$	1,18
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste ohne Zahnpasta		vor Beginn	7,95	$^{+0,66}$	8,15	$^{+0,55}$	0,66
		nach 3 min	4,22	$^{+0,55}$	3,35	$^{+0,56}$	3,91 ⁺
<u>Kreisend</u> herkömmliche Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	7,86	$^{+0,60}$	7,83	$^{+0,52}$	0,136
		nach 3 min	3,52	$^{+0,48}$	2,69	$^{+0,63}$	2,32
<u>horizontal</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	7,83	$^{+0,54}$	7,95	$^{+0,96}$	0,31
		nach 3 min	3,87	$^{+0,46}$	3,08	$^{+0,58}$	3,02 ⁺

N = Anzahl Probanden, $\bar{x}$ = Mittelwerte, VG = 99 %-Vertrauensgrenzen für die Mittelwerte, t = Werte des t-Testes ($p \geq 0,05$, $^+ p \leq 0,01$)

d) Vergleich des Reinigungseffektes im Front- und Seitenzahn-
bereich

Beim Vergleich zwischen Front- und Seitenzahngebiet wurde untersucht, ob die Frontzähne im Verhältnis zu den Seitenzähnen schneller gereinigt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 angegeben.

Da für alle Versuchsreihen gleiche Ausgangsbedingungen herrschten, darf man die Befunde für das Front- und Seitenzahngebiet miteinander vergleichen. Nach drei Minuten Putzzeit waren die Differenzen der entsprechenden Werte bei der Charters-Methode, beim Kreisen mit der Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta und beim horizontalen Putzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 % signifikant. Bei den restlichen drei Versuchsreihen lag die Irrtumswahrscheinlichkeit unter 5 %. Man kann also feststellen, dass der Reinigungserfolg im Seiten- und Frontzahnbereich signifikant unterschiedlich ist. Die Frontzähne werden im Vergleich zu den Seitenzähnen schneller gereinigt.

Tab. 4 Ausmass der Beläge im Front- und Seitenzahngebiet
vor Beginn des Putzens und Reinigungseffekt nach
dreiminütigem Putzen

			Seitenzähne		Frontzähne		
Methode	N	Kontrolle	$\bar{x}$	VG	$\bar{x}$	VG	t
<u>Rot-Weiss</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta	20	vor Beginn	2,51	+0,44	2,38	+0,22	0,384
		nach 3 min	1,06	+0,46	0,57	+0,20	2,38 ⁺
<u>Charters</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,54	+0,37	2,19	+0,24	0,801
		nach 3 min	1,26	+0,29	0,37	+0,17	3,78 ⁺⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,13	+0,39	2,14	+0,14	0,034
		nach 3 min	0,73	+0,26	0,14	+0,06	3,13 ⁺⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste ohne Zahnpasta		vor Beginn	2,67	+0,46	2,27	+0,21	1,13
		nach 3 min	1,26	+0,39	0,60	+0,29	2,11 ⁺
<u>Kreisend</u> herkömmliche Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,16	+0,39	2,22	+0,14	1,17
		nach 3 min	1,03	+0,36	0,20	+0,10	2,15 ⁺
<u>horizontal</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,63	+0,36	2,17	+0,14	1,06
		nach 3 min	1,22	+0,32	0,38	+0,17	3,22 ⁺⁺

N = Anzahl Probanden, $\bar{x}$ = Mittelwerte, VG = 99 %-Vertrauensgrenzen
für die Mittelwerte, t = Werte des t-Testes ($p \geq 0,05$, $^+ p \leq 0,05$,
 $^{++} p \leq 0,01$)

e) Vergleich des Reinigungseffektes an den palatinalen und bukkalen Flächen im Oberkiefer

Die palatinalen und bukkalen Flächen im Oberkiefer wurden darauf untersucht, ob sie unterschiedlich schnell gereinigt werden. Die mittlere Verschmutzung der entsprechenden Flächen vor Beginn des Putzens und nach drei Minuten Putzzeit wurde ermittelt und die Werte miteinander verglichen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Man darf die Befunde für die Verschmutzung der palatinalen und bukkalen Flächen im Oberkiefer vergleichen, da die Unterschiede im Ausmass der Zahnbeläge vor Beginn des Putzens statistisch nicht signifikant sind. Nach drei Minuten Putzzeit jedoch kann man bei allen Untersuchungen statistisch signifikante Unterschiede feststellen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner als 0,1 %. Dies bedeutet, dass die bukkalen Flächen im Oberkiefer entschieden schneller gereinigt werden als die palatinalen.

Tab. 5 Ausmass der Beläge an den bukkalen und palatinalen Flächen im Oberkiefer vor Beginn des Putzens und Reinigungserfolg nach dreiminütigem Putzen

			palatinal		bukkal		
Methode	N	Kontrolle	$\bar{x}$	VG	$\bar{x}$	VG	t
<u>Rot-Weiss</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta	20	vor Beginn	2,53	+0,25	2,53	+0,25	0,00
		nach 3 min	1,47	+0,23	0,70	+0,28	6,21 ⁺
<u>Charters</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,67	+0,21	2,49	+0,20	1,24
		nach 3 min	1,62	+0,19	1,00	+0,11	6,13 ⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,55	+ 0,10	2,59	+0,19	0,487
		nach 3 min	0,95	+0,14	0,44	+0,13	5,62 ⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste ohne Zahnpasta		vor Beginn	2,84	+0,21	2,62	+0,25	1,77
		nach 3 min	1,57	+0,18	1,05	+0,38	4,78 ⁺
<u>Kreisend</u> herkömmliche Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,73	+ 0,21	2,55	+0,18	0,569
		nach 3 min	1,33	+0,16	0,82	+ 0,21	5,47 ⁺
<u>horizontal</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,73	+0,13	2,61	+0,20	1,18
		nach 3 min	1,70	+0,23	0,83	+0,22	8,61 ⁺

N = Anzahl Probanden, $\bar{x}$ = Mittelwerte, VG = 99 %-Vertrauensgrenzen für die Mittelwerte, t = Werte des t-Testes ($p \geq 0,05$, $p \leq 0,001$)

f) Vergleich des Reinigungseffektes an den bukkalen und lingualen Flächen im Unterkiefer

Es wurde untersucht, ob die bukkalen und lingualen Flächen im Unterkiefer verschieden schnell gereinigt werden. Die mittlere Verschmutzung der entsprechenden Flächen vor Beginn des Putzens und nach drei Minuten Putzzeit wurde ermittelt und die Werte miteinander verglichen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Aus den Resultaten ist ersichtlich, dass nach dreiminütigem Putzen die Differenzen der entsprechenden Werte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1 % signifikant sind. Es wird also mehr Zeit benötigt, um die lingualen Flächen zu reinigen.

Tab. 6 Verschmutzungsgrad der bukkalen und lingualen
Zahnflächen im Unterkiefer und Reinigungseffekt
nach dreiminütigem Putzen

			lingual		bukkal		
Methode	N	Kontrolle	$\bar{x}$	VG	$\bar{x}$	VG	t
<u>Rot-Weiss</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta	20	vor Beginn	2,75	$\pm 0,19$	2,51	$\pm 0,19$	1,91
		nach 3 min	1,63	$\pm 0,23$	0,79	$\pm 0,30$	7,85 ⁺
<u>Charters</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,79	$\pm 0,16$	2,55	$\pm 0,19$	2,95
		nach 3 min	1,71	$\pm 0,15$	1,00	$\pm 0,19$	14,0 ⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,68	$\pm 0,17$	2,45	$\pm 0,19$	2,62
		nach 3 min	1,21	$\pm 0,16$	0,50	$\pm 0,17$	8,45 ⁺
<u>Kreisend</u> Kurzkopf- Zahnbürste ohne Zahnpasta		vor Beginn	2,84	$\pm 0,23$	2,59	$\pm 0,22$	2,15
		nach 3 min	1,66	$\pm 0,15$	1,02	$\pm 0,23$	5,79 ⁺
<u>Kreisend</u> herkömmliche Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,80	$\pm 0,19$	2,56	$\pm 0,20$	2,31
		nach 3 min	1,47	$\pm 0,21$	0,72	$\pm 0,21$	7,51 ⁺
<u>horizontal</u> Kurzkopf- Zahnbürste + Zahnpasta		vor Beginn	2,75	$\pm 0,19$	2,60	$\pm 0,21$	1,47
		nach 3 min	1,69	$\pm 0,21$	0,83	$\pm 0,20$	8,62 ⁺

N = Anzahl Probanden, $\bar{x}$ = Mittelwerte, VG = 99%-Vertrauensgrenzen
für die Mittelwerte, t = Werte des t-Testes ($p \geq 0,05$, $^+ p \leq 0,001$)

g) Vergleich der Putzzeiten bei den einzelnen Methoden

Die durchschnittlichen Zeiten bis zur völligen Entfernung aller Beläge wurden ermittelt. Sie betragen für

die Rot-Weiss-Methode	5 min 00 sec
die Charters-Methode	6 min 09 sec
das Kreisen mit der Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta	4 min 20 sec
das Kreisen mit der Kurzkopf-Zahnbürste ohne Zahnpasta	5 min 39 sec
das Kreisen mit der herkömmlichen Zahn- bürste und mit Zahnpasta	5 min 40 sec
das horizontale Putzen	5 min 45 sec

Bei der Rotationstechnik, mit einer Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta ausgeführt, wurde demnach am wenigsten Zeit benötigt, um alle Beläge zu entfernen. Nimmt man diesen Wert als Norm und vergleicht mit den anderen durchschnittlichen Putzzeiten, so erhält man folgende Werte in Prozent:

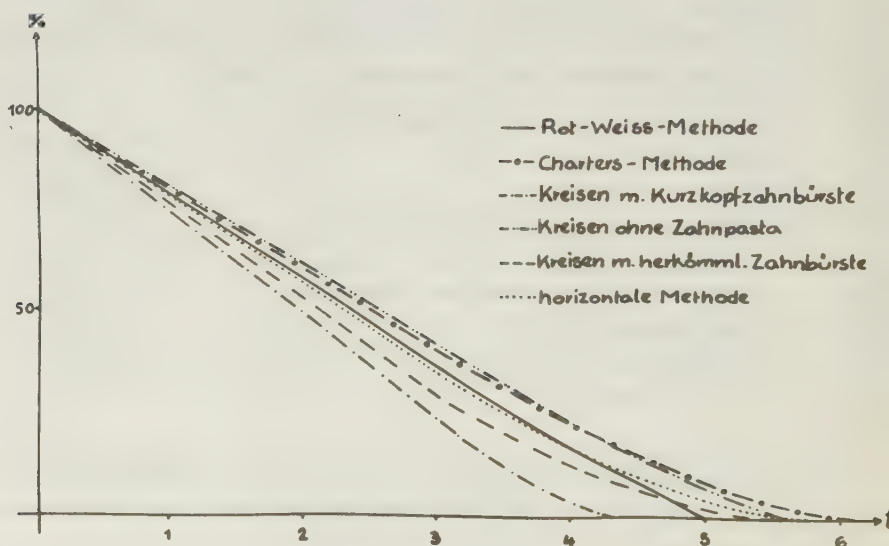
Kreisen mit Kurzkopf-Zahnbürste und Zahnpasta	100 %
Rot-Weiss-Methode	115 %
Kreisen mit Kurzkopf-Zahnbürste ohne Zahnpasta	130 %
Kreisen mit herkömmlicher Zahnbürste und Zahnpasta	131 %
horizontales Putzen	133 %
Charters-Methode	142 %

Das horizontale Zähneputzen, das Kreisen mit Kurzkopf-Zahnbürste ohne Zahnpasta und die kreisende Methode mit einer herkömmlichen Zahnbürste und Zahnpasta sind ungefähr gleich wirkungsvoll.

Beim Putzen nach der Rot-Weiss-Methode und beim Kreisen mit der Kurzkopf-Zahnbürste und Zahnpasta wird bis zur Entfernung aller Beläge am wenigsten Zeit benötigt. Am meisten Zeit braucht man beim Chartern. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zahnpasta die Putzzeit um 30 % verkürzt.

Die Abbildung 3 stellt den Zeitbedarf dar, der nötig war, um alle Beläge zu entfernen. Bei allen Untersuchungen wurde die Verschmutzung des Gebisses vor Putzbeginn mit 100 % angenommen. Das Ausmass der Beläge nach dreiminütigem Putzen ist prozentual zu den Ausgangswerten errechnet worden.

Abb. 3 Zeitbedarf verschiedener Zahnputzmethoden bis zur vollständigen Entfernung aller Beläge



V. DISKUSSION

A. Beurteilung der Fehlermöglichkeiten

Die Versuchsbedingungen sollen zunächst danach beurteilt werden, ob sie die Ergebnisse in irgendeiner Weise beeinflussen konnten. Beläge wurden immer mit demselben Farbstoff angefärbt, der bei allen Versuchen gleich konzentriert war. Zehn Tropfen Fuchsin-Lösung kamen auf einen Becher Wasser. Die Probanden spülten bei allen Versuchen 30 Sekunden. Das Anfärben der Beläge fand also stets unter gleichen Voraussetzungen statt.

Die Zahnpasta ist bei allen Versuchen direkt auf das Borstenfeld der Zahnbürste aufgetragen worden. Demnach war es für die Probanden nicht schwer, stets die gleiche Menge Zahnpasta zu nehmen, denn sie konnten sich immer nach dem Borstenfeld richten.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde fünfmal mit der Kurzkopf-Zahnbürste und einmal mit der herkömmlichen Bürste geputzt. Keine Bürste zeigte am Ende der Versuche Abnutzungerscheinungen. Man kann also ausschliessen, dass durch abgenutzte Zahnbürsten eine Versuchsreihe einer anderen gegenüber benachteiligt war.

Sollen verschiedene Untersucher beurteilen, wie stark ein Zahn angefärbt ist, so werden dabei Unterschiede auftreten. Bei den vorliegenden Untersuchungen sind die Beläge stets von dem gleichen Untersucher beurteilt worden. Dadurch konnte erreicht werden, dass nicht verschiedene individuelle Masstäbe angelegt wurden. Deshalb blieb dieser subjektive Fehler recht klein.

B. Diskussion der Ergebnisse

Einigleibendes Bezugsgrößen eine Voraussetzung dafür, die durchschnittliche Verschmutzung der Zähne festzustellen. Bei den vorliegenden Untersuchungen waren es einmal der Mundhygienindex nach SHARPEY und WILLIAMS (1960) und zum anderen der konstante Zeitpunkt der Kontrollen. Die Probanden kamen morgens, nachdem sie gefrühstückt hatten, ins Untersuchungs-Labor in die Klinik und wurden dann untersucht. Jeder wurde vorher die einzelnen Zahnpflichtechniken erklärt, und sie mussten die Methoden vorüben. Die Ergebnisse zeigen, dass vor Versuchsbeginn durchschnittlich 80 % aller Zahnoberflächen verschmutzt waren. Nach dreiminütigem Putzen waren immer noch ca. 10 % aller Zahnoberflächen mit Belägen bedeckt. Die Probanden waren Zahneinsteiger-Studenten, die die zahnärztliche Vorprüfung bereits bestanden hatten. Man darf diesen Versuchspersonen von vornherein gewisse partielle Fertigkeiten zuschreiben, bei nicht zahnmedizinisch vorgebildeten Probanden waren sicherlich längere Zeitspannen notwendig, um alle Beläge zu entfernen.

Jeder Proband musste sechsmal unter Aufsicht die Zähne putzen; jeweils einmal nach der Charters-, Rot-Weiss- und horizontalen Methode und dreimal kreisend. Bei der letzteren Technik wurde einmal mit der Kurzhaar-Zahnbürste und Zahnpasta, ein zweites Mal mit derselben Bürste aber ohne Zahnpasta und zum dritten Mal mit einer herkömmlichen Zahnbürste und Zahnpasta geputzt.

Bei allen Versuchen wurden die Ziffern ermittelt, nach denen die Beläge völlig entfernt waren. Daraus lässt sich die mittlere Putzzeit für die einzelnen Methoden errechnen. Die kreisende Methode nach FUNDS (1934) erwies sich als die wirkungsvollste. Sie ist der Rot-Weiss-Technik um 15 %, der horizontalen Technik um 35 % und der Charters um 42 % überlegen. Bei diesen

Verglichen wurde die kreisende Methode als Masstab genommen, weil mit ihr am wenigsten Zeit benötigt wurde, um die Zähne völlig zu säubern. Man könnte den um 15 % höheren Zeitbedarf der Rot-Weiss-Methode damit begründen, dass bei kreisenden Putzbewegungen eine grössere Fläche bestrichen wird, als bei der Auf- und Abbewegung der Rot-Weiss-Technik.

Das Chartern ist hinsichtlich der manuellen Fähigkeiten sehr anspruchsvoll und erfordert viel Übung. Da diese Technik vorwiegend für das parodontal erkrankte Gebiss gedacht ist, um die Zahnzwischenräume und Zahnfleischnischen besser zu reinigen, und um gleichzeitig das Zahnfleisch zu massieren, wird dabei stets nur ein kleines Feld gesäubert. Damit ist zu erklären, warum beim Chartern 42 % mehr Zeit benötigt wird als beim Kreisen.

Es ist unmöglich, nach der horizontalen Methode die Zähne zu reinigen. Die Beläge werden in die Approximalräume gedrängt und bleiben dort liegen, wenn sie nicht durch eine vertikale Bewegung entfernt werden. Somit wird verständlich, dass das Kreisen dem horizontalen Putzen zeitlich gesehen um 33 % überlegen ist.

Den vorliegenden Untersuchungen kann auch entnommen werden, dass die Kurzkopf-Zahnbürste 30 % weniger Zeit zum Putzen erfordert als eine herkömmliche. Die Abbildung 3 zeigt, dass die herkömmliche Zahnbürste anfangs fast so gut wie die Kurzkopf-Zahnbürste säubert. Später aber, wenn besonders die Molaren geputzt werden müssen, muss man mit der herkömmlichen Bürste mehr Zeit aufwenden, um alle Beläge zu entfernen.

Eine andere Untersuchung beschäftigte sich damit, ob Ober- und Unterkiefer unterschiedlich schnell gereinigt werden. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die technischen

Schwierigkeiten beim Putzen sind in beiden Kiefern gleich gross.

Beim Vergleich der rechten und linken Kieferhälften sieht man, dass die linken Kieferhälften nach dreiminütigem Putzen bei allen Untersuchungen besser gereinigt waren. Die Mehrheit der Probanden war Rechtshänder. Diesen fällt es leichter, die linken Kieferhälften zu reinigen. Die beiden Linkshänder unter den Versuchspersonen wurden bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Bei der Rot-Weiss- und bei der kreisenden Methode sind nach dreiminütigem Putzen relativ geringe Unterschiede im durchschnittlichen Verschmutzungsgrad festzustellen. Dies hat seinen Grund wahrscheinlich darin, dass bei diesen beiden Techniken die Gesamtputzzeiten am niedrigsten lagen. Die Zähne sind nach drei Minuten schon besser gesäubert als bei anderen Methoden, und die Unterschiede zwischen rechts und links sind deshalb mehr verwischt.

Die vorliegenden Untersuchungen gestatten auch zu vergleichen, ob Seiten- und Frontzahngebiet verschieden schnell gereinigt werden. Dabei zeigte sich, dass die Frontzähne entschieden schneller gesäubert werden als die Seitenzähne. Die Erklärung dafür liegt auf der Hand. Frontzähne lassen sich einfacher putzen als Seitenzähne, da die Ansprüche an die manuellen Fähigkeiten wesentlich geringer sind. Es spielt auch eine Rolle, in welcher Reihenfolge beim Putzen vorgegangen wird. Normalerweise setzt man die Zahnbürste im Frontzahngebiet an und beginnt zu putzen. Dann reinigt man auf der linken Seite, geht zurück in das Frontzahngebiet und dann auf die rechte Seite. Während man in den Seitenzahnbereichen einmal geputzt hat, ist die Front schon zweimal gesäubert worden. Es wird also mehr Zeit zum Putzen der Frontzähne aufgewendet. Ausserdem kann auch die Kosmetik eine Rolle spielen. Die Frontzähne werden fast immer sichtbar, sobald der Mund zum Sprechen oder Lachen geöffnet wird. Deshalb ist der Patient bestrebt, diese Zähne stets sauber zu halten.

Er wird eher im Front- als im Seitenzahnbereich putzen. Man muss die Patienten deshalb stets darauf hinweisen, dass sie sich die Zähne systematisch putzen sollen, und dass dabei kein Zahn vernachlässigt werden darf.

Die vergleichenden Untersuchungen zwischen den palatinalen und bukkalen Flächen im Oberkiefer bzw. den lingualen und bukkalen Flächen im Unterkiefer ähneln einander sehr und können zusammen diskutiert werden. Die Ergebnisse sind mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1 % signifikant und besagen, dass die palatinalen bzw. lingualen Flächen der Zähne nach dreiminütigem Putzen wesentlich stärker verschmutzt sind als die bukkalen. Es ist nämlich erheblich schwieriger, palatinal und lingual zu putzen. Hinzu kommt, dass das Putzen nach drei Minuten zum erstenmal unterbrochen wurde. Der grössere Teil dieser Zeit dürfte dazu aufgewendet worden sein, um die bukkalen und labialen Anteile der Zähne zu reinigen.

Abschliessend ist festzustellen, dass aufgrund der gewonnenen Ergebnisse gefordert werden kann, die Zähne kreisend mit einer Kurzkopf-Zahnbürste und mit Zahnpasta zu putzen. Die Putzzeit sollte dabei mindestens 4 1/2 Minuten betragen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

An 20 durchschnittlich 23 Jahre alten Probanden wurden Untersuchungen über die Wirksamkeit von Zahnputzmethoden und Zahnputzmitteln angestellt. Beläge wurden mit Fuchsin angefärbt und nach dem Mundhygieneindex von GREENE und VERMILLION (1960) beurteilt und registriert. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- 1) Vor Beginn der Versuche waren etwa 80 % aller Zahnflächen verschmutzt. Nach dreiminütigem Putzen waren es noch etwa 25 %.
- 2) Die Zähne werden am schnellsten nach der kreisenden Methode geputzt.
- 3) Die Kurzkopf-Zahnbürste ist einer herkömmlichen Bürste um 30 % überlegen.
- 4) Die Zahnpasta verkürzt die zur Zahnreinigung benötigte Zeit um 30 %.
- 5) Oberkiefer und Unterkiefer werden gleich schnell gereinigt.
- 6) Die linke Kieferhälfte wird bei Rechtshändern schneller gesäubert als die rechte.
- 7) Die Frontzähne werden eher und schneller gereinigt als die Seitenzähne.
- 8) Es erfordert mehr Zeit und manuelle Fähigkeiten, die lingualen und palatinalen Anteile der Zähne zu reinigen als die bukkalen und labialen.

Die Zähne sollten kreisend, mit einer Kurzkopf-Zahnbürste und Zahnpasta mindestens 4 1/2 Minuten geputzt werden.

VII. SCHRIFTTUM

1. Arnold, M.: Ein Beitrag und Hinweise zu Fragen der Konstruktion, Zweckmässigkeit, "Lebensdauer" und des sinnvollen Gebrauchs der Zahnbürste
Dtsch. Stomat. 18, 442 (1968)
2. Barnarius, R., Mieler, J. und Singert, M.: Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Zahnbürsten und Zahnpasten
Dtsch. Stomat. 17, 598 (1967)
3. Bass, Ch. C.: Über die optimalen Eigenschaften von Zahnbürsten für die Mundpflege
Dtsch. zahnärztl. Z. 5, 268 (1950)
4. Bell, D.: Teaching home care to the patient
J. Periodont. 19, 140 (1948)
5. Bertzbach, K.: Wissenschaftl. Bestrebungen in der Therapie der Parodontopathien
Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 747 (1961)
6. Beyeler, K. und Mooser, M.: Zahnabrasionen, Zahnfleischverletzungen und tägliche Mundhygiene
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 1443 (1960)
7. Bossy, J.: Experimente mit einer kleinen Zahnbürste
Öst. Z. Stomat. 63, 145 (1966)
8. Charters, W. J.: Immunizing both hard and soft mouth tissues to infection by correct stimulation with the toothbrush
J. Amer. dent. Ass. 15, 87 (1928)
9. Dablesteen, I.: Über elektrische Zahnbürsten
Quintess. zahnärztl. Lit. Ref. Nr. 2551
16, 31 (1965)
10. DOCUMENTA GEIGY: Wissenschaftl. Tabellen, 6. Aufl.
J. R. Geigy AG, Basel (1960)

11. Dreyfuss, S.: Beitrag zur Frage der Zahnbürste
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 65, 1030
(1955)
12. Eggers-Lura, H.: Die Zahnpasta vom biologischen Ge-
sichtspunkt
Dtsch. zahnärztl. Z. 9, 609 (1954)
13. Eichner, K.: Mundhygiene durch Zahnarzt und Patient
Dtsch. Zahnärztekalendar, München
23, 54 (1960)
14. Fones, A. C.: Mouth hygiene, Textbook for dental
hygienist
Led and Febiger, Philadelphia (1934)
15. Fosdick, L. S.: The reduction of the incidence of
dental caries
I. Immediate tooth-brushing with a
neutral dentifrice
J. Amer. dent. Ass. 40, 133 (1950)
16. Gerke, J. und Klemmt, W.: Die Bedeutung des mechanischen Reini-
gungseffektes für die orale Hygiene
Dtsch. zahnärztl. Z. 7, 807 (1952)
17. Greene, J. and Vermillion, J. R.:
The oral hygiene index: A method for
classifying oral hygiene static
J. Amer. dent. Ass. 61, 172 (1960)
18. Gülzow, H.-J.: Die Mundhygiene in ihren Beziehungen
zum marginalen Parodontium und zur
Kariesfrequenz
Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk.
44, 97 (1965)
19. Gülzow, H.-J. und Seeger, U.:
Klinisch-experimentelle Untersuchungen
über die Wirksamkeit elektrisch betrie-
bener Zahnbürsten
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 331 (1965)
20. Gülzow, H.-J.: Mundhygiene und zahnärztliche Massnah-
men als kariesprophylaktisch wirksame
Faktoren
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 1459 (1966)

21. Gustaffson, B. E., Quensel, C. E., Swenander-Lanke, L.,
Lundquist, C., Grahnen, H., Bonow, B. E. and Krasse, B.:
Vipeholm dental caries study:
The effect of different levels of
carbohydrate intake on caries activity
in 436 individuals observed for five
years
Acta odont. scand. 11, 232 (1954)
22. Hirschfeld, J.: Why and how of toothbrushing
J. Amer. dent. Ass. 32, 80 (1945)
23. Hofmann, M.: Kunststoffverkleidete Kronen und
Brücken
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 508 (1958)
24. Kliewe, H.: Betrachtungen über unsere Zahnpasten
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 40, 911,
1059 (1937)
25. Koch, G. and Lindhe, J.: The effect of supervised oral hygiene
on the gingiva of children. The effect
of toothbrushing
Odont. Revy 16, 327 (1925)
26. Kötzschke, H. und Grimmann, W.:
Beitrag zur zweckmässigen Mundpflege
Dtsch. Stomat. 113, 533 (1963)
27. Lefkowitz, W. and Robinson, H. B. G.:
Effectiveness of automatic and hand
brushes in removing dental plaque and
debris
J. Amer. dent. Ass. 65, 351 (1962)
28. Leimgruber, C.: Etwas über Zahnbürsten
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 61, 590 (1951)
29. Leonhard, N. S.: In our opinion - Home technics for the
care of the teeth
J. Periodont. 20, 37 (1949)
30. Linder, A.: Planen und Auswerten von Versuchen
Birkhäuser, Basel 1959

31. Melville, T. H.: Bacteria on the toothbrush
Brit. dent. J. 111, 90 (1961)
32. Miller, W. D.: The microorganisms of the human mouth
S. S. White, Philadelphia 1890
33. Ohm, H.-H. und Sonnabend, E.: Elektrische Zahnbürsten im praktischen Test
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1372 (1967)
34. Parfitt, G. J.: Cleansing the subgingival space
J. Periodont. 34, 133 (1963)
35. Plathner, C. H.: Zahn- und Mundpflege in moderner Sicht und unsere hiesigen Zahnpasten
Dtsch. Stomat. 8, 138 (1958)
36. Quigley, G. A. and Hein, J. W.: Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing
J. Amer. dent. Ass. 65, 26 (1962)
37. Rieth, P.: Methoden der mechanischen Zahnreinigung und Zahnfleischmassage
Zahnärztl. Welt 62, 530 (1961)
38. Rieth, P.: Die Gingiva unter dem Einfluss konventioneller und elektrischer Zahnbürsten
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 258 (1965)
39. Rieth, P.: Die Mundhygiene
Praxis der Zahnheilkunde Band I
Verlag Urban und Schwarzenberg
München/ Berlin/ Wien 1968
40. Robinson, H. B. G.: Toothbrushing habits of 405 persons
J. Amer. dent. Ass. 33, 1112 (1946)
41. Sauerwein, E.: Traktat über die Zahnbürste
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 121 (1962)
42. Smith, T. S.: Anatomic and physiologic conditions concerning the use of the toothbrush
J. Amer. dent. Ass. 27, 874 (1940)

43. Stillmann, P. R.: A philosophy of the treatment of periodontal disease
Dent. Dig. 38, 315 (1932)
44. Strålfors, A.: Inhibition of dental carie in hamsters
10. The effect of toothbrushing
Odont. Revy 13, 139 (1962)
45. Tonn, H. A.: Bakteriologische Untersuchungen über anaerobe Keime an Zahnbürsten
Med. Diss., F. U. Berlin 1954
46. Wannenmacher, E.: Die künstliche Reinigung und mechanische Beeinflussung des Kauorgans.
Zahnbürste mit Natur- oder Kunststoffborste?
Dtsch. Zahnärztebl. 10, 78 (1956)
47. Wannenmacher, E.: Prophylaxe im Kauorgan, aber wie?
Öst. Z. Stomat. 60, 150 (1963)
48. Wannenmacher, E.: Die Bedeutung der richtigen Zahnpflege für die Gesunderhaltung des Kauorgans
Dtsch. Zahnärztebl. 19, 417 (1965)
49. Weber, E.: Grundriss der biologischen Statistik
4. Aufl. VEB-Gustaf-Fischer, Jena 1961

Herrn Priv.-Doz. Dr. H.-J. Gölzow möchte ich
für die Überlassung des Themas und die stete
Hilfe herzlich danken.

LEBENS LAUF

Am 4. 8. 1941 wurde ich, Gerd Busse, als zweites Kind des Hauptmann Albert Busse und seiner Ehefrau Irmgard, geborene Schürmann, in Castrop-Rauxel geboren. Im April 1948 wurde ich in Braunschweig in die Grundschule eingeschult. Nach vierjährigem Volksschulbesuch trat ich in das Gauss-Gymnasium ein. Im Februar 1962 legte ich an der Hindenburg-Schule in Oldenburg/ i. O. die Reifeprüfung ab. Von April 1962 bis September 1963 habe ich meinen Wehrdienst abgeleistet.

Im Wintersemester 1963/64 immatrikulierte ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, wo ich am 4. 5. 1966 meine zahnärztliche Vorprüfung bestand. Am 23. 1. 1969 beendete ich mein Studium an derselben Universität mit dem Staatsexamen.

Seit dem 27. 1. 1969 bin ich als Assistent an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkranke der Universität Erlangen-Nürnberg tätig.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
